

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開
昭58—90486

⑯ Int. Cl.³
B 25 J 13/00

識別記号

庁内整理番号
7632—3F

⑰ 公開 昭和58年(1983)5月30日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑱ 工業用ロボット

株式会社日立製作所大みか工場
内

⑲ 特 願 昭56—185288

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所

㉑ 出 願 昭56(1981)11月20日

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

㉒ 発 明 者 谷口芳夫

日立市大みか町5丁目2番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 工業用ロボット

特許請求の範囲

1. 重量物を位置決めするためのアームと、該アームを位置決め目標値に応じて駆動制御する位置決め制御部と、を含む工業用ロボットにおいて、位置決め制御部は、重量物の重量とアームの姿勢とに対応したアームのたわみ量が格納されたメモリを含み、重量物の重量値及びアームの姿勢に適合したたわみ量を読み出し該たわみ量により前記位置決め目標値を補正する、ことを特徴とする工業用ロボット。

2. 特許請求の範囲1記載のロボットにおいて、重量物の重量を検出して重量検出値を位置決め制御部に与える重量検出器が設けられたことを特徴とする工業用ロボット。

3. 特許請求の範囲1又は2記載のロボットにおいて、位置決め制御部は、重量物の重量とアームの姿勢とに基づいて前記たわみ量を算出して該たわみ量を前記メモリに格納するたわみ量計算装置

を含むことを特徴とする工業用ロボット。

発明の詳細な説明

本発明は、重量物を位置決め制御することができる工業用ロボットに関する。

工業用ロボットにおいては、所期の仕上げ寸法の製品を得るために、加工物その他の重量物を精度良く位置決め制御する必要がある。ところが、この位置決め制御が行なわれる場合、重量物の重量により重量物の位置決め位置にズレが生じ、所期の設定位置との間に誤差が生ずる。このようなことが生ずるのは、ロボットに弾性、カタがあるためであり、上記誤差の量は重量物の重量の変化、ロボットの経年変化などに応じて変化し、従来ではこの重量物の重量による誤差に対して特別の対策が施されていなかった。

したがって従来の工業用ロボットには、位置決めの対象となる重量物の重量によつて位置決め誤差が生ずるという問題があり、高度の精度にて製品を加工することができないという欠点があつた。

本発明は上記従来の課題に鑑みて為されたもの

であり、その目的は、位置決めの対象となる重量物の重量によつて位置決め誤差が生ずることがない工業用ロボットを提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明は、重量物を位置決めするためのアームと、該アームを位置決め目標値に応じて駆動制御する位置決め制御部と、を含む工業用ロボットにおいて、位置決め制御部は、重量物の重量とアームの姿勢とに対応したアームのたわみ量が格納されたメモリを含み、重量物の重量値及びアームの姿勢に適合したたわみ量を読み出し該たわみ量により前記位置決め目標値を補正する、ことを特徴とする。

以下、図面に基づいて本発明の好適な実施例を説明する。

前述のように本発明に係る工業用ロボットは、重量物を位置決めするためのアームと、該アームを駆動制御する位置決め制御部とを有しており、第1図、第2図及び第3図にはこのアームが、そして第4図には位置決め制御部が示されている。

第1図に示されるように、本実施例におけるア

ーム10は6個の関節を有し、一軸アーム10a、2軸アーム10b、3軸アーム10c、4軸アーム10d、5軸アーム10e、6軸アーム10fを備えている。

特開昭58-90486(2)

また、図示されていないがアーム10の各関節にはモータが設けられており、したがってこれらモータが駆動されることによりアーム10は位置決め対象とされる重量物12を任意の姿勢にて保持することができる。すなわち、アーム10には6個の関節が設けられているので、アーム10は任意の姿勢をとることができ、重量物12を任意の位置でまた任意の姿勢で位置決めすることができる。

第2図には第1図アーム10の先端部分が示されている。

本実施例においてはアーム10の先端にはチャック14が設けられており、重量物12はこのチャック14により把持される。すなわち、アーム10の先端は中空とされて穴10gが形成され、この穴10gにチャック14のベース部14aが

から伸長する軸14bが嵌挿され、軸14bの先端にチャックハンガ14cが形成され、チャック14がアーム10の先端に架吊されるので、ベース部14aに設けられた把持部14d、14eに重量物12が把持される。

以上のようにアーム10は重量物12を任意位置、任意姿勢にて保持することができる。

また、本実施例では、重量物12の重量を検出する重量検出器16がアーム10の先端に設けられており、この重量検出器16を第2図及び第3図により説明する。

第3図は第2図のⅡ-Ⅱ断面を示すものであり、両図に示されるように、上記重量検出器16は、アーム10の先端内壁であつてチャックハンガ14cが押圧される部分に軸14bを中心として90°間隔で配置貼着された4枚のストレンゲージ16a、16b、16c、16dから構成されている。これらストレンゲージ16a、16b、16c、16dはチャックハンガ14cの押圧力、すなわち重量物12の重量、に応じた電圧を発生

することができ、本実施例ではこれらの出力電圧が重量検出値として利用されている。

さらに、第1図には示されていないが、アーム10の各関節にはそれらの回転角度を検出する角度検出器が設けられており、本実施例ではこれら角度検出器の検出値によりアーム10の姿勢が検出されている。

次に第4図の位置決め制御部についての説明を行なう。

上記重量物12はモータ駆動装置18により位置決め制御される。すなわち、モータ駆動装置18には位置決め目標値が与えられており、モータ駆動装置18はこの目標値に応じてアーム10の各関節に設けられたモータを駆動してアーム10の姿勢を制御し、これによりアーム10の先端に把持された重量物12の位置決めを行なうことができる。

ここで本発明では、この位置決め制御部に重量物12の重量とアーム10の姿勢とに対応したアーム10のたわみ量が格納されたメモリ20が設

けられている。

また、本発明では、このメモリ20に格納されたたわみ量を選択して読み出し、読み出されたたわみ量によつて前記位置決め目標値を補正することが特徴とされ、このため、本実施例の位置決め制御部にたわみ量参照装置22が設けられている。

上記たわみ量参照装置22には前記重量検出器16の重量検出値とアーム10の各関節に設けられた角度検出器の角度検出値がアーム10の姿勢情報として供給されている。このたわみ量参照装置22は、これら重量検出値と姿勢情報とにより、重量物12の重量とアーム10の姿勢に応じたアーム10のたわみ量をメモリ20から読み出すことができる。

上記たわみ量参照装置22によつて読み出されたアーム10のたわみ量はモータ駆動装置18に供給され、モータ駆動装置18はこのたわみ量によつて前記目標値を補正して新たな目標値を得、これによりアーム10の姿勢制御を行なうことができる。

アーム10の姿勢制御を行ない、これにより重量物12の位置決め制御を行なう。

なお、本実施例においてはアーム10の各関節に設けられたモータについての目標値のうち、アーム10のたわみ量補正を行なうために必要とされる最小の数の目標値のみが補正され、こうすることによりアーム10の駆動スピードの高速化が図られている。

以上説明したように、本発明によれば、位置決めの対象となる重量物の重量により生ずるアームのたわみ量を打ち消すことができるので、重量物の重量によつて影響されない位置決めを行なうことができ、したがつて、重量物の正確な位置決めを行なつて加工精度が高い製品を得ることができる。

また、前記メモリ20に記憶されたたわみ量にロボットの経年変化を考慮したものをを用いれば、ロボットの経年変化によつて影響されない重量物の位置決めを行なうこともできる。

さらに、ロボット自体が予め与えられた位置決

特開昭58-90486(3)

向、重量物12の重量、アーム10の姿勢に正確に対応したたわみ量がメモリ20内に格納されていないときには、たわみ量参照装置22はこれらに適合するたわみ量に最も近似するメモリ20に格納されたたわみ量を選択することができる。

本発明の好適な実施例は以上の構成から成り、以下、その作用を説明する。

アーム10の先端に重量物12が把持されると、アーム10は重量物12の重量及びアーム10自体の姿勢に応じた量だけたわむ。このとき、アーム10の姿勢及び重量物12の重量に関する情報がたわみ量参照装置22に供給されるので、たわみ量参照装置22はアーム10の姿勢及び重量物12の重量に適合したたわみ量をメモリ20から読み出し、あるいは最適なたわみ量に最も近似したたわみ量を読み出し、モータ駆動装置18に出力する。

モータ駆動装置18はたわみ量参照装置22から供給されたたわみ量によつてその位置決め目標値を補正し、補正された新たな目標値によりア

る目標値を自動的に修正するので、改めて新たな目標値をロボットにティーナする必要がなく、したがつて、このための操作が必要でなく、総体的にみてロボットによる工程に要する時間を短縮することができる。

なお、本実施例においては重量検出器が設けられたが、重量物の重量が予め判明している場合にはこれは必要でなく、重量情報をロボットに予めティーナするように構成することが好ましい。

また、メモリに格納されるたわみ量は、アームのたわみ量を予め実験してこれを用いることが、位置決め位置補正を正確に行なうためには最も望ましい。しかしながら、このように実験を繰り返して行なうことは煩に耐えないので、純理論的にあるいは経験的に述べられた計算式を用いてたわみ量を得、これをメモリに書き込むことが更に好適である。次にこの点に関して配慮が為された他の実施例を説明する。

第5図には本発明の好適な実施例の位置制御部が示され、前述実施例に対して、たわみ量計算装

置24が追加されている点異なる。

上記たわみ量計算装置24は、重量検出値とアーム10の姿勢情報とに基づいてアーム10のたわみ量を算出してこれらをメモリ20に書き込むことができる。なお、メモリ20からのたわみ量の読み出しは、本実施例においては、たわみ量計算装置24を介して行なわれている。

以下、本実施例の作用を第6図、第7図に基づいて説明する。

第6図はたわみ量計算装置24で行なわれる演算を説明するためのものであり、アーム10の各関節から重量物12の重心への位置ベクトルが、 $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6$ にて、重量物12の重量ベクトルが W にて示されている。

この場合、各軸10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fについての重量ベクトルを $W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6$ にて、それらの各たわみ係数ベクトルを $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ にて表わすものとする、重量物12の重心の位置におけるたわみ量に相当する

なお、各軸10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fについての位置ベクトル L_i (第3ステップ)はそれらの長さに対応した長さを有し、また、それぞれ方向性を有し、周知のようにこの方向性は基準となる座標系の原点からの位置ベクトルから容易に求められる。

例えば、位置ベクトル L_i は、前記第3ステップのベクトル L_{oi} と位置ベクトル LW とから、次のようにして求めることができる。

$$L_i = LW - L_{oi} \quad \dots\dots\dots \text{第(2)式}$$

(但し、 $i = 1 \sim 6$ である。)

ここで、本実施例においても前述の第2図、第3図の重量検出器16が用いられるが、本実施例においてはこの検出値を用いることにより重量物12の重量ベクトル W が求められている。

例えば、ゲージ16a, 16bの出力電圧の差 ϵ は、重心Gと第2図の中心線100との距離 L に対応しており、したがって、重量に対応して変化する定数を $K(W)$ とすると、両者間には次の関係が成立する。

特開昭58-90486(4)

たわみ量ベクトル σ は次式にて示される。

$$\sigma = \sum_{i=1}^6 (K_i) \cdot (L_i) \cdot (W_i + W) \quad \dots\dots \text{第(1)式}$$

上記第(1)式により前記たわみ量計算装置24が計算を行なつてたわみ量を得るが、この演算アルゴリズムが第7図に示されている。

第7図に示されるように、たわみ量計算装置24は、最初のステップで重量物(物体)12の重量ベクトル W (重量に比例した長さを有する鉛直方向のベクトル)を計算し、次のステップで重心の位置ベクトル LW を求める。そして次のステップで各軸10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fについての位置ベクトル L_i を求め、その次のステップで各軸10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fについての重量ベクトル W_i を求める。さらに次のステップで各軸10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10fが重心Gへの位置ベクトル L_i を求め、最後のステップで前記第(1)式によりたわみ量 σ の計算を行なう。

$$L = K(W) \cdot \epsilon \quad \dots\dots\dots \text{第(3)式}$$

そして軸10fと中心線100とは予め明らかな位置関係にあり、したがって位置ベクトル L_o が判明している、前記距離 L を用いることにより重心Gにおける位置ベクトル LW は容易に求められる。

以上のように、ストレンゲージ16a, 16b, 16c, 16dを設けることにより容易に重心ベクトル W 、さらに位置ベクトル LW を求めることができるが、ゲージの数をさらに増加して設けるとすれば、重心Gの位置をさらに正確に検出することができる。

以上説明したように、本実施例によれば、メモリ20へ自動的にたわみ量を記憶することができるので、予め該たわみ量を突測する必要がなく、ロボット操作上極めて好適である。

また、重量物の荷重中心が移動した場合でも、これに応じて直ちにたわみ量補正を行なうことができる。

図面の簡単な説明

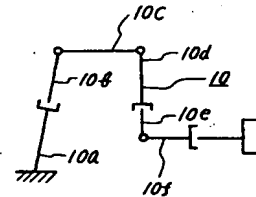
特開昭58-90486(5)

第1図は本発明の好適な第1実施例のアームの構成図、第2図は第1図アームの先端部構成図、第3図は第2図アーム先端のII-II断面図、第4図は第1実施例における位置決め制御部のブロック構成図、第5図は本発明の好適な第2実施例における位置決め制御部のブロック構成図、第6図は第2実施例におけるベクトル計算説明図、第7図はたわみ量ベクトル計算のアルゴリズム図である。

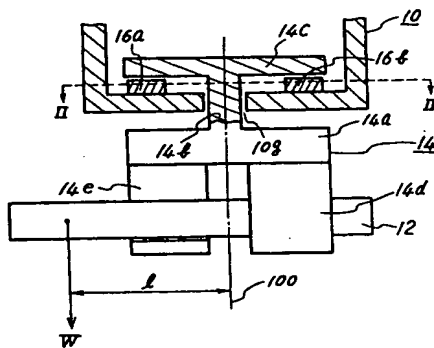
10…アーム、12…重量物、16…重量検出器、18…モータ駆動装置、20…メモリ、22…たわみ量参照装置、24…たわみ量計算装置。

代理人 弁理士 高橋明

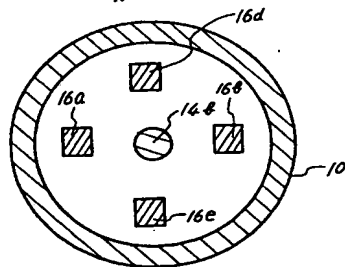
第1図



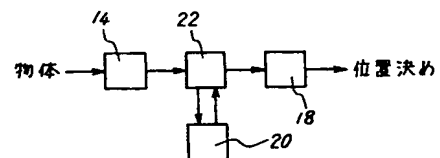
第2図



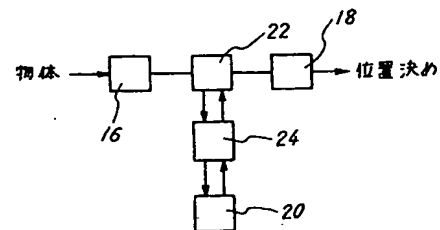
第3図



第4図

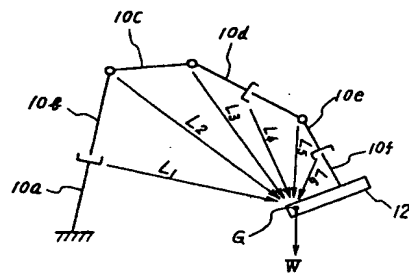


第5図



特開昭58-90486(6)

第6図



第7図

